

植物精油的抗菌性及其在日化产品中的应用

潘为轩^{1,2}, 柳一鸣^{1,2}, 刘岐^{1,2}

(1.扬州大学医学院(转化医学研究院), 江苏扬州, 225001;

2.中西医结合老年病防治省高校重点实验室(扬州大学), 江苏扬州, 225001)

摘 要: 植物精油因其天然的抗菌特性在日化产品中得到了广泛应用。文章综述了具有抗菌特性的植物精油来源及抗菌成分, 分析了这些精油在洗涤剂、洗发水、沐浴露、洗手液和香氛产品中的应用。抗菌植物精油在天然性、安全性及环境友好性方面具有较大的优势, 这些特点满足了消费者对健康和环保产品的需求。未来有望通过现代科技进一步提升植物精油的功能和稳定性, 使其在日化产品中具有更加广泛的应用前景。

关键词: 植物精油; 抗菌活性; 日化产品

指导教师简介: 刘岐, 博士, 扬州大学医学院硕士研究生导师, 从事植物精油抗菌产品开发与应用。

E-mail: liuqi@yzu.edu.cn.



随着全球经济的发展和人们生活水平的提高, 日化产品市场正经历着前所未有的变化, 从洗涤剂到香氛产品, 这些日化用品不仅已成为人们日常生活中不可或缺的一部分, 而且消费者也对其提出了更高的要求, 倾向于选择健康、环保的产品。与此同时, 许多国家和地区制定了严格的环保法规, 限制有害化学物质的使用, 并鼓励采用绿色生产技术和可回收材料^[1]。这一趋势使得企业不仅要在产品配方上进行调整, 还要优化生产过程, 以减少对环境的影响, 提高能源效率和资源利用率。在此背景下, 植物精油凭借其具有的天然抗菌特性, 逐渐成为日化产品中的重要原料之一。

植物精油是从植物的根、茎、叶、花、果实等部位提取的天然挥发性油状液体, 具有独特的香气和广泛的生物活性。近年来, 我国天然植物精油市场规模持续增长。据统计, 2023年我国精油行业市场规模已超过100亿元^[2]。植物精油可以通过机械冷压、水蒸汽蒸馏、超临界CO₂萃取等多种方法获取^[3,4]。由于其具有抗菌、抗氧化等特性, 植物精油在医药、食品、化妆品等多个领域得到了广泛应用。常见的具有抗菌特性的植物精油包括茶树精油^[5]、薄荷精油^[6]、迷迭香精油^[7]、丁香精油^[8]和百里香精油^[9]等, 这些植物精油对多种病原体具有显著的抑制作用, 尤其在皮肤感染、呼吸系统疾病和食品安全领域发挥着重要作用。

1. 精油中具有抗菌性的活性成分

植物精油是天然混合物, 一种植物精油大约含有20-60

种化学成分, 这些成分通过多种机制对病原体产生抑制或杀灭作用。植物精油中发挥抗菌作用的主要活性成分包括萜烯类化合物、单萜醇、酚类和醛类等, 这些活性成分通过与细菌细胞膜或代谢途径的相互作用, 表现出高效的抗菌性能, 应用在日化产品中, 不仅能够抑制病原微生物的生长, 还可以帮助提高生活环境的质量^[10]。

1.1 萜类化合物

1.1.1 萜烯类化合物

萜烯类化合物是植物精油中最主要的成分之一, 具有较强的疏水性, 能够增强与细菌脂质双分子层的相互作用, 进而穿透细菌细胞膜, 发挥有效的抗菌作用^[11]。这些化合物破坏了细菌细胞膜的完整性, 导致内容物的泄漏, 从而直接杀死细菌。Nafis等人研究表明以萜烯类化合物为主要成分的精油对革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌均表现出显著的抗菌效果, 且与抗生素环丙沙星存在协同作用^[12]。萜烯类化合物的典型代表有柠檬烯(limonene)和松油烯(α -terpineol), 柠檬烯主要存在于柠檬和橙子等柑橘类植物中, 不仅能有效地对抗细菌, 还具有清新提神的效果; 而松油烯广泛存在于松树及其他针叶树中, 在空气净化和防治呼吸道感染中发挥着重要作用。

1.1.2 萜醇类化合物

萜醇类化合物如萜品烯-4-醇(terpinen-4-ol)和香叶醇(geraniol)是植物精油中的重要抗菌成分。其中, 萜品烯-4-醇是茶树精油的主要活性成分, 而香叶醇则广泛存在于玫瑰草和天竺葵精油中。这类化合物具有广谱的抗菌作用, 能够有效抑制多种致病菌的生长。研究发现, 萜醇类化合物的作用机制包括改变细菌细胞膜的渗透性^[5],

干扰其新陈代谢，抑制蛋白质和 DNA 的合成^[13]，进而达到杀菌效果。除了显著的抗菌活性外，以萜醇类化合物为主要成分的精油还具有令人愉悦的芳香特性和温和无刺激的性质。基于这些功效，这类精油常被用于个人护理产品中，如洁面乳和湿纸巾，以提升产品的天然抗菌效果及消费者的使用体验。

1.2 酚类化合物

酚类化合物，如丁香酚 (*eugenol*)，是植物精油中最具抗菌活性的成分之一。与萜烯类化合物类似，酚类化合物也表现出强烈的疏水性，使其能够穿透细菌细胞膜，并与磷脂双分子层发生相互作用，这一过程会增加细胞膜的通透性，破坏其结构完整性和功能，导致细胞内电解质和营养物质的泄漏，最终引发细菌死亡^[1]，除了破坏细胞膜，酚类化合物还可通过多种途径增强其抗菌效果，它们能够抑制细菌的关键酶活性、干扰蛋白质和核酸合成，并阻断细胞代谢过程。此外，部分酚类化合物具有抗氧化特性，能够清除自由基，从而减少微生物引发的氧化损伤^[14]。这些多重作用机制使酚类化合物成为高效的天然抗菌剂，广泛应用于医药和日用化学品领域。作为丁香精油中的主要活性成分，丁香酚能够有效地控制细菌、白色念珠菌等微生物感染，且具有减缓病毒的扩散速度。在口腔护理领域，因其具有良好的镇痛、抗炎作用，丁香酚被用于治疗牙痛、口腔溃疡和牙龈炎。此外，丁香酚在牙科麻醉和消毒产品中也有广泛应用^[15]。

1.3 醛类化合物

醛类化合物也是植物精油中极具抗菌活性的成分之一，其中以肉桂醛 (*cinnamaldehyde*) 最为典型。肉桂醛是肉桂精油的主要活性成分，能够通过和细菌的酶系统相互作用，抑制其代谢活动，阻止细菌的生长和繁殖^[16]。由于化学防腐剂存在的毒性等问题，肉桂精油因其天然来源和高效抑菌能力成为备受青睐的绿色抗菌剂，它在肉类、乳制品、果蔬等食品的保鲜中发挥重要作用，帮助延长保质期，减少食品浪费^[17]。此外，肉桂精油还被应用于化妆品和家庭护理产品中，用于抑制微生物的繁殖，提升产品的抗菌效果。此外，肉桂的温暖香气还能够起到提神醒脑和驱除疲劳的作用，进一步增加其在日常生活中的应用价值^[18]。

1.4 其他活性成分

除了上述主要成分外，植物精油中还含有酯类和酮类等具有抗菌活性的化合物，这些成分虽然在植物精油中的

含量较低，但在特定条件下也能发挥较好的抗菌效果，其抗菌作用不容忽视。

2. 抗菌植物精油在日化产品中的应用

2.1 家用洗涤剂

洗涤剂是日常生活中不可或缺的清洁产品，其主要作用是去除衣物上的污渍和细菌。随着消费者对天然成分和环境友好产品需求的增加，植物精油作为一种天然的抗菌成分，越来越多地被用于洗涤剂中。

茶树精油因其广谱抗菌特性被广泛用于洗涤剂中，研究表明茶树精油中的萜品烯-4-醇具有良好的抗菌效果，能够有效去除衣物、餐具上的细菌和真菌，防止细菌再生^[19]。此外，茶树精油还具有清新的香气，能够增加衣物的清新感。许多品牌已经开始将茶树精油添加到洗涤剂中，如立白卫仕天然除菌洗衣液、蓝月亮天然绿茶洗涤剂均含有茶树精油成分，以满足消费者对天然抗菌和除臭效果的需求。相关研究进一步表明，将茶树精油与表面活性剂混合，结合适当的增溶剂和增稠剂，能够制备出符合国家标准的高效餐具洗涤剂。这为茶树精油的多功能性应用提供了更多支持^[19]。

橘皮精油的主要成分 D-柠檬烯，其含量约占 90% 以上，研究表明 D-柠檬烯具有较强的去污能力、抑菌功效以及天然芳香味^[20]，因此，在洗涤剂中添加橘皮精油，能够有效去除衣物上的细菌和异味，特别适用于清洗运动服和工作服等容易滋生细菌的衣物。此外，橘皮精油常用于芳香疗法，一件具有柠檬香气的衣服，有助于提神醒脑、振奋精神。

随着人们健康意识的增强和对环保产品需求的增加，具有植物精油成分的洗涤剂越来越受到消费者的欢迎。市场调研显示，消费者更加倾向于选择天然、无毒的清洁产品，而植物精油的加入无疑满足了这一需求。未来，随着对植物精油抗菌作用研究的不断深入，植物精油在洗涤剂中的应用将具有更加广阔的市场前景。

2.2 洗发水和沐浴露

含有植物精油的洗发水和沐浴露越来越受到消费者的青睐，尤其是那些添加具有抗菌、抗真菌及舒缓皮肤作用的精油产品。在洗发水和沐浴露中加入植物精油，不仅能够提供抗菌和抗真菌的效果，还能调节皮肤和头皮的油脂分泌，促进皮肤和头发的健康。此外，植物精油的天然芳

香能够为产品增添额外的吸引力，提升用户的使用体验。消费者反馈显示，含有植物精油的洗发水和沐浴露具有更好的皮肤友好性和舒适感。

薰衣草精油因其温和的抗菌特性和舒缓效果，广泛应用于洗发水和沐浴露中。研究表明，薰衣草精油不仅能够有效对抗头皮屑和皮肤感染，还能放松神经、缓解压力^[21,22]，因此成为沐浴产品中的理想成分。许多品牌将其添加到洗发水和沐浴露中，以提供抗菌保护的同时，带来舒适的沐浴体验。

薄荷精油以其清凉的感觉而闻名，是许多清爽型沐浴露、洗发膏的常见成分，例如六神等品牌的产品中就含有薄荷精油^[23]。薄荷精油能够帮助去除头皮多余油脂，减少头皮屑的产生，同时带来清新的凉感，显著提升沐浴的舒适度^[24]。尤其在炎热的夏季，薄荷精油的凉爽效果深受消费者欢迎，成为夏季洗发水和沐浴露的理想选择。

2.3 洗手液

洗手液是保持手部清洁和抑制细菌传播的重要日化产品。近年来，具有抗菌特性的植物精油逐渐被广泛应用于洗手液中，以提供天然、温和的抗菌效果。

艾草精油因其天然的抗菌和抗病毒特性而在洗手液中得到了广泛应用^[25]。研究表明，艾草精油能有效对抗多种病原体，并具有舒缓、保湿的效果，尤其适用于皮肤敏感的人群^[26]。相比传统化学抑菌剂，艾草精油不仅温和且环保，还减少了长期使用带来的皮肤干燥问题。此外，艾草的独特草本香气提升了使用体验，使洗手过程更具愉悦感。

牛至精油富含多种酚类化合物，具有强效的抗菌和抗真菌作用。在洗手液中添加牛至精油，能够有效去除手部细菌和真菌，保持清洁卫生。刘晨曦等人研究洗手液的抗菌性能时发现，添加0.4%牛至精油的产品不仅具有优异的抗菌效果，其抗氧化能力甚至超过了使用传统化学抗氧化剂的洗手液^[27]。这表明牛至精油不仅可以提供更强效的抗菌保护，还能延长产品的稳定性，因此牛至精油的高抗菌活性使其特别适合在需要高强度清洁的场合中使用，如医院和公共场所。

在洗手液中添加植物精油，不仅能够提供有效的抗菌保护，还能够滋润和保湿手部皮肤，减少因频繁洗手引起的干燥和不适。植物精油的天然芳香为洗手液增添了额外的吸引力，使洗手过程更加愉悦。消费者反馈显示，含有

植物精油的洗手液因其温和性和良好的使用体验而备受好评，特别适合家庭、儿童以及敏感肌肤人群使用。

2.4 香氛产品

香氛产品的主要作用是通过特定的香气来营造氛围，帮助用户放松、舒缓情绪，或增强专注力。尽管抗菌并不是香氛产品的主要目的，但精油的抗菌属性可以为用户带来附加的健康益处。

(1) 净化空气

抗菌精油如茶树、桉叶油和薄荷精油具有抑制和杀灭细菌的功效^[5,23,28]。将这些精油用于香氛产品中，能够有效减少空气中的病菌，尤其是在封闭环境中使用时，如浴室、卫生间等，使用这些精油制作香氛产品，不仅可以有效抑制细菌、霉菌的生长，还可掩盖不愉快的气味，达到持久的除臭效果。

(2) 增强健康防护

香氛产品中添加抗菌精油能够提供额外的健康防护，特别是在流感季节或病菌传播高发期起到重要的预防作用。含有桉叶素成分的精油，如桉叶油、尤加利精油，已被证明具有促进呼吸道健康的作用，能够有效缓解鼻塞和呼吸不畅的症状，对于呼吸系统较为敏感的人群尤为有益^[29]。将尤加利精油添加到香氛产品，如扩香仪、空气喷雾或香薰蜡烛中，不仅能够创造出愉悦的芳香环境，还能通过持续的挥发提供持久的健康保护层。对于老人、儿童和免疫力较低的群体，尤其适合在家中保持这类天然健康防护，使居家环境更为安全。

(3) 天然安全

抗菌精油是一种天然来源的替代品，相较于化学合成的抗菌剂具有显著的安全优势，尤其适合那些希望避免化学添加剂的人群。精油提取自植物，是经过物理蒸馏或冷压等天然方式获取的，其纯天然特性使其在使用过程中对人体和环境的负担最小，避免了化学合成产品可能带来的毒性和副作用^[30]。这使得抗菌精油尤其适用于对化学物质敏感的人群，如孕妇、婴幼儿和有过敏史的人。

抗菌精油的安全性还体现在它的生物降解性上。精油中的天然成分在环境中能够被迅速降解，不会产生有害的残留物，因而对环境友好。这与化学抗菌剂形成鲜明对比，后者往往会在使用后残留在土壤或水中，难以降解，可能对生态系统造成负面影响。因此，抗菌精油不仅有益于个人健康，也有助于保护环境^[10]。

3. 结语

植物精油因其天然来源和广泛的抗菌活性，已成为日化产品中的重要成分，在洗涤剂、洗发水、沐浴露、洗手液及香氛产品中具有广泛的应用。随着对植物精油的深入研究，特别是在满足人们对天然、安全和高效抗菌产品的需求方面，植物精油有望在更多日化产品中得到创新性应用，如智能护理产品和个性化定制的护肤品中等，以进一步提升产品的功能性和用户体验。同时，针对天然精油的挥发性，如何通过纳米技术等手段提高植物精油的稳定性和抗菌效率，使其在更广泛的日化领域中发挥作用也是研发的重点。通过结合现代科技和天然植物精油的优势，日化产品将更好地满足消费者对健康、美丽和环保的多重需求。

参考文献

- [1] 张振华, 潘捷. 全球视角下的日化产品市场趋势分析 [J]. 日用化学工业, 2024, 54(5): 633-634.
- [2] 北京博研智尚信息咨询有限公司. 2024-2030年中国精油行业市场竞争态势及未来趋势研判报告 [R]. 北京, 北京博研智尚信息咨询有限公司: 2024.
- [3] 郝渊鹏, 李静一, 杨瑞, 等. 芳香植物精油的抗菌性及在动物生产中的应用 [J]. 植物学报, 2020, 55(5): 644-657.
- [4] De Sousa D P, Damasceno R O S, Amorati R, et al. Essential Oils: Chemistry and Pharmacological Activities[J]. Biomolecules, 2023, 13(7): 1144.
- [5] Borotová P, Galovičová L, Vukovic N L, et al. Chemical and Biological Characterization of Melaleuca alternifolia Essential Oil[J]. Plants, 2022, 11(4): 558.
- [6] 王子旋, 高园, 颀孙相勋, 等. 薄荷精油纳米乳剂制备及对耐药金葡菌抑制研究 [J]. 扬州大学学报 (农业与生命科学版), 2022, 43(3): 40-46.
- [7] Amani F, Sami M, Rezaei A. Characterization and Antibacterial Activity of Encapsulated Rosemary Essential Oil within Amylose Nanostructures as a Natural Antimicrobial in Food Applications[J]. Starch - Stärke, 2021, 73(7-8): 2100021.
- [8] Takahashi H, Nakamura A, Fujino N, et al. Evaluation of the antibacterial activity of allyl isothiocyanate, clove oil, eugenol and carvacrol against spoilage lactic acid bacteria[J]. LWT, 2021, 145: 111263.
- [9] Ozogul Y, Kuley Boğa E, Akyol I, et al. Antimicrobial activity of thyme essential oil nanoemulsions on spoilage bacteria of fish and food-borne pathogens[J]. Food Bioscience, 2020, 36: 100635.
- [10] 李嘉欣, 赵前程, 宋关梁, 等. 植物精油在抗菌活性包装中的应用及其迁移特性研究进展 [J]. 食品工业科技, 2024: 1-12.
- [11] Cui H, Zhang C, Li C, et al. Antibacterial mechanism of oregano essential oil[J]. Industrial Crops and Products, 2019, 139: 111498.
- [12] Nafis A, Kasrati A, Jamali C A, et al. Antioxidant activity and evidence for synergism of Cannabis sativa (L.) essential oil with antimicrobial standards[J]. Industrial Crops and Products, 2019, 137: 396-400.
- [13] Xu J, Shao X, Li Y, et al. Metabolomic Analysis and Mode of Action of Metabolites of Tea Tree Oil Involved in the Suppression of Botrytis cinerea[J]. Frontiers in Microbiology, 2017, 8.
- [14] da Silva F F M, Monte F J Q, de Lemos T L G, et al. Eugenol derivatives: synthesis, characterization, and evaluation of antibacterial and antioxidant activities[J]. Chemistry Central Journal, 2018, 12(1): 34.
- [15] 刘鹏. 丁香酚防治牙周炎的药理作用研究进展 [J]. 现代药物与临床, 2022, 37(11): 2669-2672.
- [16] 路露, 束成杰, 葛翎, 等. 肉桂精油和肉桂醛的抑菌、抗氧化和酪氨酸酶抑制活性研究 [J]. 林产化学与工业, 2022, 42(3): 105-110.
- [17] 陈帅, 高彦祥. 肉桂醛的调味、保鲜及稳态化研究进展 [J]. 中国调味品, 2019, 44(2): 156-159, 167.
- [18] 王秋亚, 马艳阳. 肉桂精油的成分分析、抑菌和抗氧化活性及在食品保鲜中的应用进展 [J]. 中国调味品, 2020(3): 183-187.
- [19] 叶飞燕. 茶树精油在餐具洗涤剂中的应用 [J]. 中国洗涤用品工业, 2023(5): 43-48.
- [20] 花儿, 李欢, 王超. 利用橘皮精油制备“绿色”洗涤剂及其性能测试 [J]. 广东化工, 2014, 41(9): 19-20, 23.
- [21] 李蕊, 张楠, 姚雷, 等. 薰衣草精油和亚洲薄荷精油促毛发生长作用的研究 [J]. 日用化学工业, 2020, 50(8): 536-541.
- [22] 郭凤娇, 刘菲, 杨素珍, 等. 薰衣草精油护肤作用的研究进展 [J]. 日用化学品科学, 2023, 46(1): 35-40.
- [23] 宁海燕. 一种含精油成分的洗发液: CN104758212A[P]. 2015-07-08.
- [24] 黄景波, 冯学华, 彭星元, 等. 天然薄荷提取物在洗发香波去头屑体系中的应用研究 [J]. 林业建设, 2005(4): 3-5.
- [25] 宿珍, 刘博宇, 薛倩如, 等. 含艾草精油的抑菌护肤洗手液的制备 [J]. 安阳工学院学报, 2024, 23(2): 125-128.
- [26] 孔秋婵, 蒋佳欣, 夏高辉, 等. 艾草抗菌纤维的抑菌活性及其在面膜中的应用 [J]. 香料香精化妆品, 2024(2): 83-88.
- [27] 刘晨曦, 刘鹏程, 陈香阁, 等. 三种植物精油和纯露在沐浴露和洗手液中的抑菌抗氧化性能研究 [J]. 山东化工, 2024, 53(2): 141-146, 153.
- [28] Ameer E, Sarra M, Yosra D, et al. Chemical composition of essential oils of eight Tunisian Eucalyptus species and their antibacterial activity against strains responsible for otitis[J]. BMC Complementary Medicine and Therapies, 2021, 21(1): 209.
- [29] Seol G H, Kim K Y. Eucalyptol and Its Role in Chronic Diseases[J]. Advances in Experimental Medicine and Biology, 2016, 929: 389-398.
- [30] 杨俊, 杨青青, 张金君, 等. 植物精油的研究进展——中国精油学的现状与思考 [J]. 农产品加工, 2024(10): 1-3, 18.

Antibacterial Properties of Plant Essential Oils and Their Application in Daily Chemical Products

Pan Wei-xuan^{1,2}, Liu Yi-ming^{1,2}, Liu Qi^{1,2}

(1. Institute of Translational Medicine, School of Medicine, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu, 225001;

2. The Key Laboratory of the Jiangsu Higher Education Institutions for Integrated Traditional Chinese and Western Medicine in Senile Diseases Control (Yangzhou University), Yangzhou, Jiangsu, 225001)

Abstract : Plant essential oils have been widely used in daily chemical products because of their natural antibacterial properties. This article reviews the sources and antibacterial components of plant essential oils with antibacterial properties. Then, it analyzes the applications of these essential oils in detergents, shampoos, shower gels, hand soaps and fragrance products. Antibacterial plant essential oils have great advantages in terms of naturalness, safety and environmental friendliness. These characteristics meet consumers' needs for healthy and environmentally friendly products. In the future, it is expected the function and stability of plant essential oils will be further improved by modern technology, so that they have wide applications in detergent and cosmetics.

Keywords : plant essential oil; antibacterial activity; detergent and cosmetics

